

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра охраны труда

М.Н. Гамрекели

# **МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ**

Методические указания  
по выполнению лабораторной работы  
по курсу «Безопасность жизнедеятельности»  
для всех специальностей и направлений

Екатеринбург  
2008

Печатается по рекомендации методической комиссии МТД.  
Протокол № 3 от 5 декабря 2008 г.

Рецензент – ст. преп. И.Э. Ольховка.

Редактор Е.Л. Михайлова  
Оператор А.А. Сидорова

---

Подписано в печать 29.12.08		Внеплановая
Плоская печать	Формат 60×84 1/8	Тираж 30 экз.
Заказ №	Печ. л. 0,7	Цена 4 руб. 00 коп.

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ  
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

# **МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ**

Цель работы – ознакомиться с методами оценки качества и принципами очистки питьевой воды от различных вредных примесей и оценить эффективность методов очистки.

## **1. Общие сведения**

Питьевая вода является основным естественным продуктом, который необходим организму в процессе жизнедеятельности. Наличие в воде посторонних примесей различного происхождения вызывает нарушение работы органов и систем организма. Регулярное потребление некачественной воды приводит к хроническим заболеваниям печени, нарушениям обменных процессов, кожным заболеваниям и др.

Опасны для организма растворенные в воде соли тяжелых металлов, которые плохо выводятся из организма и, накапливаясь в живых тканях, оказывают длительное токсическое воздействие. Органические вещества усиливают окислительные процессы и при определенных концентрациях могут вызывать отравление организма.

## **2. Методы очистки воды от растворенных солей**

Методы основаны:

- на использовании активированного углеродного материала;
- контактной очистке с ионообменными материалами;
- разделении растворенных солей и чистой воды на мембранах с применением обратного осмоса.

При небольших объемах очищаемой воды для бытовых нужд реализация этих методов осуществляется в фильтрах, вихревых камерах или аппаратах с мембранами.

ГОСТ 28.74-82 "Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством" предъявляет жесткие требования к содержанию в воде растворенных солей.

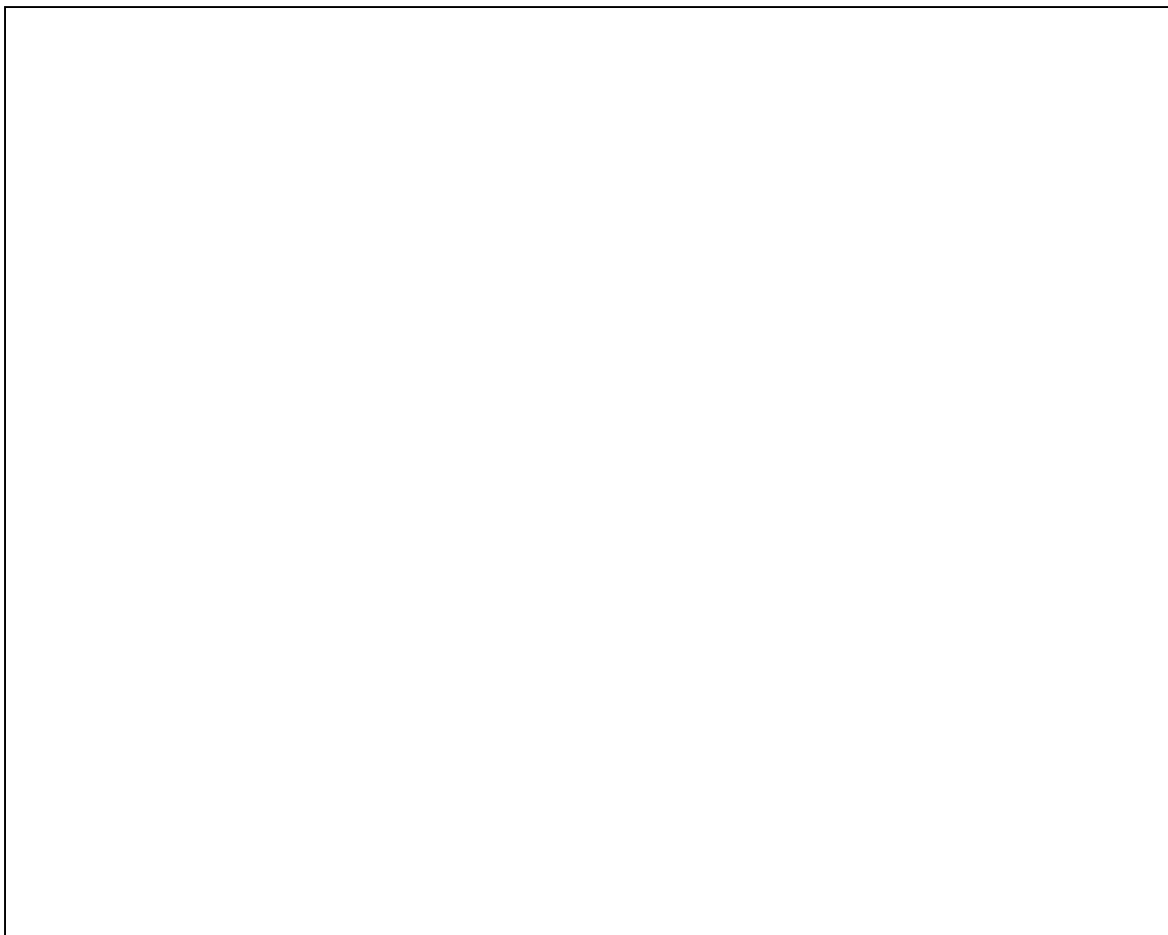
Предусмотрена предельная концентрация суммы твердых веществ и их солей не более 2020 мг/дм<sup>3</sup> при сухом остатке не более 1000 мг/дм<sup>3</sup>. Для водопроводов, подающих воду без специальной обработки, по согласованию с органами санэпидемнадзора допускается повышение суммарной концентрации сухого остатка до 1500 мг/дм<sup>3</sup>. Число микроорганизмов в 1 см<sup>3</sup> воды – не более 100, в том числе кишечных палочек – не более 3.

### **3. Устройство и принцип работы установок**

Установка обеспечивает возможность:

- изучения принципов работы различных типов фильтров и очистительных установок;
- подачи воды к фильтрам и очистительным установкам от магистрали водоснабжения;
- исследования качества питьевой воды по концентрации солей твердых растворенных веществ в ней до и после очистки при помощи карманного измерителя TDS;
- оценки эффективности очистки водопроводной воды от солей твердых растворенных веществ при помощи различных типов фильтров и очистительных установок. Эффективность очистки должна составлять не менее 20 %.

Внешний вид установки представлен на рисунке.



### Схема установки для определения эффективности очистки воды

Установка представляет собой стол лабораторный 1 оригинальной конструкции, выполненный в виде металлического сварного каркаса, на котором устанавливается столешница 2 и вертикальная панель 3.

На столешнице 2 установлена раковина сливная 4, которая соединяется с существующей системой канализации. На столешнице также размещены мерные стаканы 5 и карманный измеритель TDS 6.

На вертикальной панели 3 закреплены гидросистема 7 для подвода воды, фильтры "Аквафор В300" 8, "Гейзер-М" 9 и установки очистительные "Изумруд" 10, "NIMBUS-3" 11.

Гидросистема 7 имеет основную водную магистраль и пять отводных каналов подвода воды. На каждом из отводных каналов установлены шаровые краны.

Фильтры и установки очистительные подсоединены к четырем каналам подвода воды, а пятый канал предназначен для отбора проб неочищенной водопроводной воды.

Подвод воды к гидросистеме 7 осуществляется от системы водопровода холодной (питьевой) воды.

Принцип работы фильтра "Аквафор В3ОО" основан на использовании свойств активированного углеродного волокна АКВАЛЕН и обеспечивает глубокую очистку воды.

Принцип работы фильтра "Гейзер-М" основан на использовании уникального ионообменного материала. Очистка воды осуществляется в три стадии.

Первая стадия - удаление из воды грязи и ржавчины.

Вторая стадия - химическим связыванием удаляются соли тяжелых металлов.

Третья стадия - микробиологическая очистка.

Принцип работы очистительной установки "Изумруд" основан на применении диафрагменных электрохимического и каталитического реакторов с вихревой реакционной камерой.

Работа установки очистительной "NIMBUS-3" основана на использовании обратного осмоса. Установка имеет четырехступенчатую систему очистки воды.

Первая ступень - узел предварительной фильтрации осадка.

Вторая ступень - предварительный фильтр из активированного угля.

Третья ступень - тонкопленочная композитная мембрана.

Четвертая ступень - окончательный фильтр из активированного угля.

Для оценки качества питьевой воды используется карманный измеритель TDS 6.

#### **4. Указание мер безопасности**

4.1. К работе с установкой допускаются лица, ознакомленные с ее устройством, принципом действия и мерами безопасности в соответствии с требованиями, приведенными в настоящем разделе.

4.2. При очистке воды конкретным фильтром или установкой запрещается устанавливать расход воды, превышающий значение, указанное в паспорте этого фильтра или установки.

4.3. Запрещается включать напряжение на установке очистительной "Изумруд" без предварительной подачи воды.

4.4. При появлении протечек в гидросистеме следует прекратить проведение лабораторной работы до устранения неисправности.

#### **5. Подготовка изделия к работе и порядок ее проведения**

5.1. Подсоединить напорный шланг гидросистемы к системе водопровода холодной воды, а шланг сливной раковины – к системе канализации помещения. Установить стаканы для отбора проб воды под выходные гибкие трубки фильтров и установок очистительных.

5.2. Поставить под гибкую трубку пятого свободного отводного канала стакан вместимостью 0,25 л. Открыть полностью шаровой кран на этом канале. С помощью вентиля на водопроводе установить подачу воды 0,5 л/мин. Подача воды определяется следующим образом: с помощью секундомера засечь время, за которое в стакан вытечет 0,2 л. Время заполне-

ния стакана должно быть 24 с. Положить конец гибкой трубки этого канала в сливную раковину.

5.3. Произвести отбор 150 мл неочищенной водопроводной воды в стакан вместимостью 0,25 л.

5.4. Полностью открыть шаровой кран на отводном канале, соединенном с фильтром "Аквафор В300", закрыть кран на свободном канале и произвести отбор 150 мл очищенной воды в стакан 0,25 л. Закрыть кран на канале с фильтром и открыть кран на свободном канале.

5.5. С помощью карманного измерителя TDS провести измерение содержания солей твердых веществ сначала в пробе очищенной воды, а затем в пробе неочищенной воды.

Определить эффективность очистки водопроводной воды по формуле

$$\Xi = (M-n) / M \cdot 100\%,$$

где М - концентрация солей твердых веществ в неочищенной воде, мг/л;

n - концентрация солей твердых веществ в очищенной воде, мг/л.

5.6. Произвести действия на отводном канале, соединенном с фильтром "Гейзер-М", в соответствии с п. 5.4.

Провести измерение содержания солей твердых веществ в пробе воды.

Определить эффективность очистки водопроводной воды по приведенной формуле.

Результаты расчетов по данной формуле после испытания и оценки эффективности каждого фильтра заносят в таблицу.

5.7. Произвести действия на отводном канале, соединенном с установкой очистительной "NIMBUS-3", в соответствии с 5.4.

Провести измерение содержания солей твердых веществ в пробе воды.



Определить эффективность очистки водопроводной воды по приведенной формуле.

### Результаты определения эффективности очистки воды

Тип очистительного устройства и принцип работы	Производительность, л/ч	Содержание солей в пробе воды, мг/л		Эффективность очистки воды $\Xi = \frac{M - n}{M} 100\%$
		неочищенной	очищенной	
<b>Фильтр бытовой "Гейзер-М"</b> <i>I ступень – удаление из воды грязи и ржавчины</i> <i>II ступень – химическое связывание солей тяжелых металлов</i> <i>III ступень – микробиологическая очистка</i>				
<b>Фильтр-водоочиститель "Аквафор В300"</b> <i>Очистка от солей на активированном углеродном волокне "Аквален"</i>				
<b>Установка очистительная "Изумруд"</b> <i>Применяются диафрагменные электрохимические и каталитические реакторы с вихревой реакционной камерой</i>				
<b>Установка очистительная "Nimbus-3"</b> <i>I ступень – предварительная фильтрация осадка</i> <i>II ступень – предварительная фильтрация в слое активированного угля</i> <i>III ступень – очистка на тонкопленочной композитной мембране</i> <i>IV ступень – окончательная фильтрация в слое активированного угля</i>				

5.8. Установить подачу воды 1 л/мин, что соответствует заполнению стакана до отметки 0,2 л за 12 с. Полностью открыть шаровой кран на отводном канале, соединенном с установкой очистительной "Изумруд", и закрыть кран на свободном канале. Включить выключатель на установке (загорится контрольная лампа). Произвести отбор 150 мл очищенной воды в стакан 0,25 л. Выключить установку, закрыть кран на канале с установкой и открыть кран на свободном канале.

Провести измерение содержания солей твердых веществ в пробе воды. Определить эффективность очистки водопроводной воды по приведенной формуле.

5.9. Результаты измерения концентрации солей твердых веществ и расчетов эффективности занести в таблицу.

5.10. После проведения лабораторной работы закрыть вентиль на водопроводе и все шаровые краны. Отключить очистительную установку "Изумруд" от сети переменного тока. Все пробы воды слить из стаканов в раковину.

5.11. Сделать выводы об эффективности применения каждого типа фильтров для очистки и о соответствии очищенной воды ПДК.